

DAMPAK PENJARANGAN HUTAN TANAMAN TERHADAP KOMUNITAS SERANGGA DI KPH SUKABUMI

(The Impact of Forest Plantation Thinning on Flying Insect Community in Sukabumi Forest Management Unit)

ALI AKBAR¹⁾, AHMAD BUDIAMAN²⁾, DAN NOOR FARIKHAH HANEDA³⁾

^{1,2)} Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB

³⁾ Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan IPB

Email : ali.akbarsoppeng92@gmail.com

Diterima 04 Desember 2018 / Disetujui 24 April 2019

ABSTRACT

Insects are part of the forest ecosystem that plays an important role in the sustainability of the ecological functions of the forest plantations. The purpose of this study was to analyze the effect of thinning on insect communities and determine the types of insects which has potential to be bioindicators in order to assess the success of thinning in forest plantations. This research was conducted on forest plantation at the part of Forest Management Unit (BKPH) Cikawung and West Gede, Forest Management Resort (RPH) Ciguha, Forest Management Unit (KPH) Sukabumi Perum Perhutani Regional Division III West Java and Banten. The plot used in this research is a circular plot with a radius of 17.95 m. The traps used are malaise traps that is spread on thinning blocks at thinning intensity of 20%. The type of stand of thinning plots is *Pinus merkusii* in the age class 3. The obtained insects later identified to the morphospecies level. The results of the study show that thinning affect changes in environmental conditions and insect composition. In thinning blocks, there was decrease in the number of insect compositions by 11 families, 4 genera and also decrease of 3 morphospecies. Overall, thinning activities have no effect on changes over species richness index and evenness index of insect species. Diptera is a type of insect that can be used as a bioindicator, it states based on the consideration of ease in obtaining information related to taxonomy and biological properties, ease of identification, role of the ecosystem, pressure status and abundance parameters.

Keywords: bioindicator, ecological assessment, forest disturbance

ABSTRAK

Serangga merupakan bagian dari ekosistem hutan yang memegang peranan penting dalam keberlangsungan fungsi ekologi dari hutan tanaman. Tujuan dari penelitian adalah menganalisis pengaruh penjarangan terhadap komunitas serangga dan menentukan jenis serangga yang berpotensi sebagai bioindikator dalam menilai keberhasilan penjarangan pada hutan tanaman. Plot yang digunakan adalah plot berbentuk lingkaran dengan panjang jari-jari sebesar 17,95 m. Perangkap yang digunakan adalah malaise trap yang disebar pada blok penjarangan pada intensitas penjarangan 20%. Jenis tegakan dari petak penjarangan adalah *Pinus merkusii* pada kelas umur 3. Serangga yang diperoleh selanjutnya diidentifikasi sampai pada tingkatan morfospesies. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa penjarangan berdampak terhadap perubahan kondisi lingkungan dan komposisi serangga. Pada blok penjarangan, terjadi penurunan jumlah komposisi serangga sebanyak 11 famili, 4 genera dan penurunan morfospesies sebanyak 3 morfospesies. Secara keseluruhan kegiatan penjarangan tidak berpengaruh terhadap perubahan indeks kekayaan jenis dan indeks kemerataan jenis serangga. Diptera merupakan jenis serangga yang dapat digunakan sebagai bioindikator, hal tersebut dinyatakan berdasarkan pertimbangan kemudahan dalam memperoleh informasi terkait taksonomi dan sifat biologis, kemudahan identifikasi, peran terhadap ekosistem, status tekanan dan parameter kelimpahan.

Kata kunci: bioindikator, penilaian lingkungan, kerusakan hutan

PENDAHULUAN

Kegiatan penjarangan merupakan tahapan tindakan silvikultur yang diterapkan dalam pengelolaan hutan tanaman di Indonesia. Tindakan silvikultur ini merupakan upaya dalam peningkatan nilai produksi, ekonomi dan ekologi dari hutan tanaman. Akan tetapi, pelaksanaan penjarangan pada hutan tanaman masih menimbulkan dampak lingkungan, di antaranya adalah kerusakan tegakan tinggal, pemadatan tanah dan gangguan terhadap kehidupan satwa liar (Edwards *et al.* 1996; Akutsu *et al.* 2007; Ding *et al.* 2016). Serangga memiliki hubungan keterikatan rantai makanan terhadap

individu pohon yang berada dalam hutan. Pengurangan jumlah individu pohon sebagai akibat dari kegiatan penjarangan akan berakibat terhadap penurunan jumlah kelimpahan individu serangga dan perubahan iklim mikro dalam ekosistem hutan. Sebagai bagian dari ekosistem, serangga berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem hutan melalui perannya sebagai produsen, konsumen dan dekomposer (Edwards *et al.* 1996). Oleh karena diperlukan sebuah pendekatan penelitian dalam melihat hubungan dari pengurangan kelimpahan serangga terhadap penurunan fungsi lingkungan sebagai akibat dari kegiatan penjarangan.

Konsep bioindikator merupakan pendekatan untuk melakukan monitoring dan evaluasi terkait penurunan kualitas lingkungan dengan kategori indikator berdasarkan aspek ekologi, lingkungan dan biodiversitas (McGeoch 1998). Konsep ini menggunakan agen bioindikator dalam penerapannya, sebagai objek untuk memperoleh informasi penurunan kualitas lingkungan melalui perilaku dan respon agen terhadap perubahan lingkungan. Penelitian ini menggunakan serangga sebagai agen bioindikator dalam menilai dampak dari kegiatan penjarangan. Analisis dampak lingkungan terhadap komunitas serangga dilakukan dengan menggunakan pendekatan kelimpahan, keanekaragaman, kemerataan, sensitivitas dan toleransi dari jenis serangga tertentu (McGeoch 1998). Jenis serangga yang dapat digunakan sebagai bioindikator sangat bervariasi dan tergantung dari preferensi habitat serta kriteria penentuan bioindikator yang digunakan. Beberapa hasil penelitian yang menggunakan serangga sebagai bioindikator terhadap penerapan tindakan silvikultur antara lain Coleoptera: Carabidae dan Araneae (Pearce dan Venier 2006), Collembola (Rohyani 2012), Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae (Lange *et al.* 2014), *Carabus olympiae* (Negro *et al.* 2014).

Penelitian terkait dampak penjarangan pada hutan tanaman di Indonesia masih berorientasi pada kerusakan tegakan tinggal (Muhdi *et al.* 2012) pemadatan tanah (Matangaran 2012) dan limbah pemanenan (Budiaman dan Komalasari 2012). Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini mengkaji dampak dari penjarangan terhadap komunitas serangga sebagai bagian dari ekosistem hutan tanaman. Informasi terkait dampak dari penerapan tindakan silvikultur terhadap komunitas serangga sangat penting dalam menentukan tindakan silvikultur yang tepat untuk mengurangi dampak penerapan tindakan silvikultur terhadap ekosistem hutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan selama 6 bulan dimulai dari bulan April hingga September 2018. Lokasi penelitian bertempat di BKPH Cikawung dan Gede Barat, RPH Ciguha KPH Sukabumi Perum Perhutani Divisi Regional III Jawa Barat dan Banten serta Laboratorium Entomologi Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Pengambilan data lapangan dilakukan di petak penjarangan 51 L seluas 7,85 ha dengan intensitas penjarangan sebesar 20%. Secara geografis petak penjarangan terletak pada 106°41' BT sampai dengan 107°00' BT dan 6°57' LS sampai dengan 7°20' LS. Ketinggian lokasi penelitian adalah 600 mdpl. Jenis tegakan *Pinus Merkusii* tahun tanam 2003. Berdasarkan hasil pengukuran kondisi tegakan dan lingkungan dari petak penjarangan diperoleh nilai rata-rata keliling pohon sebesar 85 cm, rata-rata diameter pohon sebesar 27,07 cm dan rata-rata tinggi pohon sebesar 18,75 m.

Plot yang digunakan dalam penelitian ini adalah plot lingkaran dengan panjang jari-jari sebesar 17,95 m.

Penentuan titik pusat dari masing-masing plot dilakukan dengan menggunakan kompas dan GPS. Jumlah plot yang dibuat dalam penelitian sebanyak 4 plot dengan jarak antar plot sebesar 100 m.

Jenis jebakan serangga yang digunakan untuk memperoleh data kelimpahan serangga adalah *malaise trap*, didesain untuk memperoleh jenis serangga terbang (*flying insect*). *Malaise trap* terbuat dari kain berjaring tipis dengan bentuk seperti kelambu dengan tinggi tiang depan sebesar 180 cm dan tiang belakang sebesar 110 cm. *Malaise trap* dibuat hanya dengan menggunakan 1 sisi pada bagian tengahnya hal tersebut dimaksudkan agar serangga yang terbang secara horizontal dapat menabrak sisi tengah yang terhubung pada lubang tabung penampung yang di dalamnya telah diisi dengan alkohol 90%. Jumlah *malaise trap* yang digunakan adalah 4 unit yang diletakkan pada masing-masing titik tengah plot yang dibuat pada blok penjarangan. Pemanenan *malaise trap* untuk blok penjarangan dilakukan dengan menggunakan 4 kali ulangan dalam kurun waktu 4 hari pengamatan, pengamatan dimulai 4 hari sebelum dan setelah kegiatan penjarangan. Serangga hasil tangkapan selanjutnya diawetkan untuk tahapan identifikasi.

Pengukuran data mikrohabitat meliputi: pengukuran kondisi pohon dan tegakan, pengukuran suhu, tutupan tajuk dan kelembapan. Data kondisi pohon diperoleh melalui pengukuran diameter pohon dengan menggunakan phi band, sedangkan untuk pengukuran tinggi pohon dilakukan dengan menggunakan Haga altimeter. Pohon yang menjadi objek pengukuran adalah keseluruhan individu pohon yang terdapat di dalam plot ukur.

Pengukuran suhu dan kelembapan dilakukan dengan menggunakan thermohyrometer yang dilakukan sebanyak tiga kali sehari yakni pada pukul 7.30, 12.30 dan 17.30 WIB. Pengukuran tutupan tajuk dilakukan dengan menggunakan alat spherical densiometer. Identifikasi jenis serangga dilakukan di Laboratorium Hama dan Penyakit Hutan, Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Sampel serangga yang telah dikumpulkan di lokasi penelitian, selanjutnya diidentifikasi dengan menggunakan buku panduan identifikasi "Pengenalan Pelajaran Serangga" (Borror *et al.* 1982) proses identifikasi dilakukan dengan menggunakan mikroskop dan perangkat optilab untuk memudahkan visualisasi serangga yang diamati. Identifikasi serangga dilakukan sampai pada tingkatan morfospesies.

Penghitungan indeks keragaman jenis serangga menggunakan indeks Shannon-Wiener (Pielou 1975 dalam Magurran dan McGill 1988) dengan persamaan sebagai berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^N \left(\frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} \right)$$

Keterangan

H' : Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

n : Jumlah individu spesies ke- i

N : Jumlah total individu

Penghitungan indeks kekayaan jenis serangga dengan menggunakan Indeks keragaman Margalef (Clifford dan Stephenson 1975 dalam Magurran dan McGill 1988). Digunakan untuk memperoleh gambaran terkait kekayaan jenis dari habitat serangga tertentu yang dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$D_{Me} = \frac{S-1}{\ln N}$$

Keterangan

D : Indeks kekayaan jenis Margalef

S : Jumlah jenis

N : Jumlah total individu

Indikator indeks (Magurran dan McGill 1988):

$R < 2,5$: Kekayaan jenis rendah

$2,5 < R < 4,0$: Kekayaan jenis sedang

$R > 4,0$: Kekayaan jenis tinggi

Penghitungan indeks kemerataan jenis (Pielou 1969 dalam Magurran dan McGill 1988). Digunakan untuk memperoleh informasi terkait dominasi jenis serangga tertentu yang dihitung dengan persamaan sebagai berikut;

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Keterangan

E : Indeks kemerataan jenis

H' : Indeks keanekaragaman jenis

S : Jumlah jenis

Indikator indeks Krebs (Magurran dan McGill 1988)

$0,00 < E < 0,50$: Komunitas tertekan

$0,50 < E < 0,75$: Komunitas labil

$0,75 < E < 1,0$: Komunitas stabil

Penentuan kelas dan interval karakteristik serangga bioindikator menggunakan kaidah Sturges (Scott 2009) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\hat{k} = 1 + \log 2(n)$$

Keterangan:

K: penduga kelas

N: banyaknya kelas

Penentuan interval menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$i = \frac{\max - \min}{k}$$

Keterangan:

I : interval

Max : nilai data maksimum

Min : nilai data minimum

K : kelas

Penentuan serangga bioindikator dibuat berdasarkan kriteria sebagai berikut:

- Taxonomi serta sifat biologis diketahui sebagai informasi dasar dalam menentukan desain penelitian, serta menunjukkan terpenuhi atau tidaknya persyaratan jenis tersebut untuk dilakukannya uji laboratorium (Hodkinson dan Jackson 2005). Jumlah

kelas ditetapkan menggunakan kaidah Struges (Scott 2009), skoring dibuat berdasarkan tingkat kesulitan dalam memperoleh informasi terkait taxonomi dan sifat serangga pada tingkatan ordo.

- Memiliki peran penting dalam ekosistem (produsen, konsumen, detritivor atau dekomposer) menunjukkan peran ekologis dalam keberlangsungan suatu ekosistem (Edwards *et al.* 1996). Jumlah kelas ditetapkan dengan menggunakan kaidah Struges (Scott 2009), skoring dibuat berdasarkan kontribusi dan peran yang diberikan serangga terhadap lingkungan, serangga dengan kontribusi terbanyak mendapatkan nilai skor tertinggi (Tabel 1).
- Mudah diidentifikasi dan diamati (memiliki ciri khusus, ditemukan pada berbagai habitat) dapat diamati oleh ahli maupun non ahli secara efektif dan efisien (Brown dan Freitas 2000). Jumlah kelas ditetapkan dengan menggunakan kaidah Sturges (Scott 2009). Skoring dibuat berdasarkan tingkat kesulitan saat proses identifikasi dan kemudahan dalam memperoleh informasi berupa hasil penelitian terkait ordo serangga yang menjadi objek pengamatan.
- Status ekologi menunjukkan adanya tekanan ekologis maupun biologis terhadap suatu jenis (Thomas 2005). Jumlah kelas ditetapkan dengan menggunakan kaidah Sturges (Scott 2009). Skoring dibuat berdasarkan pengurangan individu ordo sebelum dan setelah kegiatan penjarangan. Ordo dengan pengurangan kelimpahan tertinggi setelah kegiatan penjarangan akan memperoleh nilai skor tertinggi (tertekan).
- Parameter demografi (keanekaragaman jenis, kekayaan jenis, kelimpahan individu). Jumlah kelas dan interval ditetapkan dengan menggunakan kaidah Struges (Scott 2009). Skoring dibuat berdasarkan kelimpahan dari ordo tertentu. Serangga dengan nilai kelimpahan terbesar sebelum dan setelah kegiatan penjarangan akan memperoleh nilai skor tertinggi.

Peran serangga dalam ekosistem merupakan informasi yang dikumpulkan terkait peranan ordo tertentu dalam ekosistem yang diperoleh dari publikasi ilmiah dan menggunakan rujukan dari (Borror *et al.* 1982).

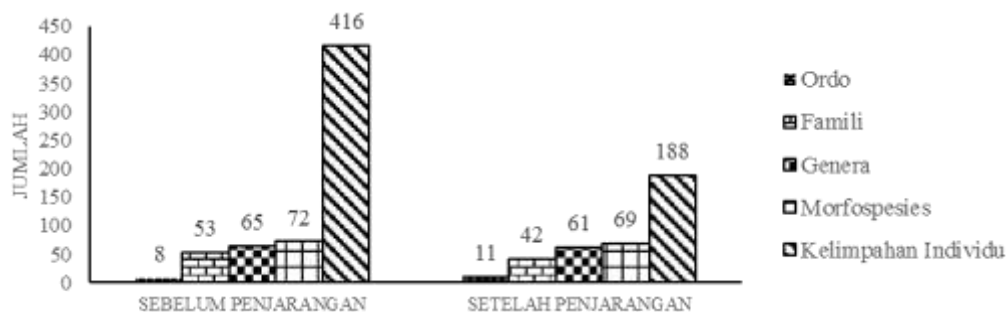
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Komposisi Serangga

Penjarangan hutan pada intensitas 20% menyebabkan perubahan komposisi serangga terbang di hutan tanaman pinus. Penurunan kelimpahan individu sebanyak 228 individu. Terjadi peningkatan jumlah ordo sebanyak 3 ordo, penurunan famili sebanyak 11 famili, penurunan jumlah genera sebanyak 4 genera, penurunan morfospesies sebanyak 3 morfospesies, dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1 Kriteria penetapan skor serangga bioindikator pada blok penjarangan.

No.	Kriteria	Interval	Skor
1	Taxonomi serta sifat biologis	Belum ditemukan informasi terkait	1
		Sulit	2
		Sedang	3
		Mudah	4
2	Memiliki peran penting dalam ekosistem	1 Peran	1
		2 Peran	2
		3 Peran	3
		> 4 Peran	4
3	Mudah diidentifikasi	Belum ditemukan informasi terkait	1
		Sulit	2
		Sedang	3
		Mudah	4
4	Status ekologi tekanan	0-37	1
		38-74	2
		75-112	3
		> 112	4
5	Parameter demografi	0-9	1
		10-19	2
		20-29	3
		> 30	4



Gambar 1 Perbandingan komposisi serangga sebelum dan setelah penjarangan di BKPH Cikawung dan Gede Barat KPH Sukabumi.

Perbedaan komposisi komunitas serangga yang relatif kecil ditemukan pada kondisi sebelum dan setelah penjarangan, menunjukkan kemampuan adaptasi pada tingkatan famili, genera, morfospesies dan ordo. Kecenderungan penurunan jumlah individu setelah kegiatan penjarangan dapat diakibatkan oleh mortalitas dan aktivitas migrasi karena berkurangnya sumber makanan atau preferensi habitat (Akutsu *et al.* 2007).

Aktivitas migrasi dalam kurun waktu yang cepat sangat memungkinkan untuk jenis serangga bersayap dibandingkan dengan jenis serangga darat. Berdasarkan spesifikasi trap yang digunakan dalam penelitian ini, kelimpahan individu terbesar diperoleh dari jenis serangga terbang, antara lain Hemiptera (kepik), *Diptera* (lalat dan nyamuk), *Hymenoptera* (tabuhan, semut dan

lebah) dan *Lepidoptera* (kupu-kupu) begitupun dengan kondisi setelah penjarangan.

Kecenderungan penurunan nilai famili, genera, morfospesies serta kelimpahan individu setelah kegiatan penjarangan sejalan dengan penelitian yang sebelumnya dilakukan oleh Akutsu *et al.* (2007) pada areal hutan tanaman yang berlokasi di Sabah, Malaysia. Menurut Loskova *et al.* (2013) kecenderungan penurunan kondisi lingkungan setelah kegiatan penjarangan berakibat pada penurunan ketersediaan sumber makanan yang berasal dari *microbial biomass* yang pada umumnya terdapat di lantai hutan. Hal ini tersebut dipertegas oleh Mendes *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa perubahan kondisi lingkungan dalam kurun waktu yang cepat akan berpengaruh terhadap kelimpahan serangga. Peningkatan

jumlah ordo setelah penjarangan merupakan respon dari serangga jenis tertentu yang lebih menyukai areal terbuka seperti ordo Thysanura, Symphleona dan Dermaptera pada blok penjarangan serta ordo Symphleona dan Orthoptera (Lubbock 1873).

2. Keanekaragaman, Kekayaan, Kemerataan dan Kelimpahan

Berdasarkan hasil penelitian, penjarangan pada intensitas 20 % berdampak terhadap perubahan nilai indeks keanekaragaman, kekayaan, kemerataan dan kelimpahan serangga (Tabel 2).

Terjadi peningkatan jumlah rata-rata keanekaragaman pada blok penjarangan sebesar 0,02, peningkatan jumlah rata-rata keanekaragaman pada blok penjarangan menunjukkan adanya morfospesies tertentu yang ditemukan setelah kegiatan penjarangan dan tidak ditemukan sebelum kegiatan penjarangan dilakukan. Peningkatan nilai yang relatif kecil diakibatkan dari penambahan jumlah ordo yang sedikit setelah kegiatan penjarangan. Ordo yang teridentifikasi setelah kegiatan penjarangan adalah Thysanura (Collembola), Symphleona (Collembola) dan Dermaptera (cocopet). Berdasarkan preferensi habitat, ordo tersebut pada umumnya beraktivitas di lantai hutan (Lubbock 1873). Kerusakan tumbuhan bawah, peningkatan suhu serta penurunan nilai kelembapan setelah kegiatan penjarangan mengakibatkan ordo tersebut harus berpindah untuk mencari lingkungan baru yang sesuai berdasarkan preferensi habitat.

Kecenderungan peningkatan rata-rata nilai indeks keanekaragaman dan pada blok penjarangan menunjukkan hasil yang berbanding terbalik dengan hasil penelitian yang sebelumnya dilakukan di negara beriklim temperate. Perubahan musim pada daerah yang beriklim temperate sangat berpengaruh terhadap penurunan nilai indeks keanekaragaman jenis setelah penerapan tindakan silvikultur penjarangan (Loskova *et al.* 2013); (Mendes *et al.* 2016).

Nilai indeks kekayaan jenis sebelum dan setelah penjarangan menunjukkan kecenderungan peningkatan. Berdasarkan indeks kekayaan jenis (Magurran dan McGill 1988), peningkatan nilai kekayaan setelah kegiatan penjarangan masih berada pada rentang $R > 4,0$. Dengan kata lain, diperoleh kesimpulan bahwa kegiatan penjarangan tidak berpengaruh terhadap perubahan status kekayaan jenis berdasarkan indeks kekayaan jenis (Magurran dan McGill 1988).

Hilangnya ordo setelah kegiatan penjarangan menunjukkan adanya tekanan terhadap ordo tertentu yang mengakibatkan penurunan nilai indeks kekayaan jenis. Berdasarkan hasil identifikasi, hasil yang diperoleh menunjukkan kecenderungan yang berbanding terbalik. Ordo yang teridentifikasi setelah kegiatan penjarangan mengalami peningkatan ordo dengan jumlah keseluruhan individu yang masih cukup tinggi. Hasil tersebut mengakibatkan nilai indeks yang cenderung tetap dan tidak berpengaruh terhadap perubahan status kekayaan

berdasarkan indeks kekayaan jenis (Magurran dan McGill 1988).

Berdasarkan hasil penelitian pada blok penjarangan dengan intensitas penjarangan sebesar 20 % diperoleh nilai rata-rata kemerataan pada blok penjarangan adalah 0,92 dan setelah penjarangan sebesar 0,96 serta peningkatan rata-rata indeks kemerataan sebesar 0,04. Berdasarkan indikator indeks Krebs (Magurran dan McGill 1988), komunitas serangga pada blok penjarangan masih dalam kondisi stabil ($0,75 > E > 1$) sekaligus memberikan kesimpulan bahwa penjarangan tidak memberikan tekanan yang berarti terhadap komunitas serangga secara umum. Terdapat penurunan nilai rata-rata kelimpahan serangga sebesar 14,25 individu setelah kegiatan penjarangan. Perubahan kondisi lingkungan yang terjadi dalam kurun waktu yang cepat, mengharuskan komunitas serangga untuk mencari lingkungan baru berdasarkan preferensi habitat. Keseluruhan ordo yang teridentifikasi pada blok penjarangan mengalami penurunan kelimpahan individu setelah kegiatan penjarangan. Hal tersebut berdampak terhadap penurunan nilai kelimpahan individu yang cukup besar setelah kegiatan penjarangan.

Berdasarkan spesifikasi trap, sebelum kegiatan penjarangan kelimpahan individu lebih banyak didominasi oleh jenis serangga bersayap (*flying insect*). Peningkatan suhu yang terjadi di lantai hutan akibat pengurangan persenutupan tajuk, mengakibatkan gangguan terhadap jenis serangga darat dan memaksa jenis tersebut untuk mencari habitat baru berdasarkan preferensi habitat yang ideal untuk jenisnya. Kondisi tersebut dapat dilihat dari peningkatan nilai indeks kemerataan. Peningkatan tersebut disebabkan oleh kelimpahan individu yang cenderung merata antara jenis serangga bersayap dan tidak bersayap (*ground insect*) setelah kegiatan penjarangan. Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan hasil penelitian Klein *et al.* (2002). Kedua penelitian ini menemukan bahwa kelimpahan serangga tertinggi diperoleh pada areal yang memiliki gangguan intervensi paling tinggi. Hasil penelitian dari keduanya menunjukkan adanya pola substitusi jenis serangga tertentu yang cenderung lebih menyukai areal yang terbuka dalam jumlah yang cukup besar.

3. Kondisi Lingkungan

Berdasarkan perbandingan kondisi sebelum dan setelah penjarangan, dapat dilihat pada Tabel 3. Terjadi peningkatan suhu sebesar 2,49 °C, peningkatan nilai indeks kekayaan jenis sebesar 0,14 serta peningkatan nilai indeks kemerataan jenis sebesar 0,05 setelah kegiatan penjarangan. Sebaliknya, hasil penelitian menunjukkan penurunan nilai kelembapan sebesar 11,21 %, penurunan nilai rata-rata persenutupan tajuk sebesar 10,06 % dan penurunan nilai rata-rata jumlah serangga sejumlah 57 individu.

Menurut Akutsu *et al.* (2007) penurunan nilai persenutupan tajuk mengakibatkan peningkatan intensitas paparan sinar matahari kedalam lantai hutan.

Kondisi ini memicu peningkatan aktivitas evaporasi dalam ekosistem hutan yang berujung pada kekeringan dan penurunan nilai kelimpahan serangga. Selain itu, kematian tumbuhan bawah yang ditimbulkan dari aktivitas penjarangan, juga dapat berpengaruh terhadap kelimpahan serangga. Perubahan kondisi lingkungan sebelum dan setelah kegiatan penjarangan memiliki keterkaitan terhadap perubahan kelimpahan serangga, pola tersebut menggambarkan proses adaptasi dari serangga terhadap perubahan lingkungan yang terjadi.

4. Serangga Bioindikator Pada Blok Penjarangan

Ordo yang mengalami penurunan jumlah individu setelah kegiatan penjarangan dengan intensitas 20% antara lain Hemiptera (kepik), Diptera (lalat dan nyamuk), Hymenoptera (tabuhan, semut dan lebah), Lepidoptera (kupu-kupu) dan Coleoptera (kumbang). Ordo yang mengalami peningkatan jumlah individu antara lain Thysanura, Symphypleona (Collembola), Dermaptera (cocopet), Entomobryomorpha (Collembola) dan Orthoptera (belalang dan jangkrik) selain itu, Blattodea (kecoa) merupakan ordo yang tidak mengalami perubahan jumlah individu sebelum dan setelah kegiatan penjarangan, dapat dilihat pada (Gambar 2).

Ordo Diptera memiliki kelimpahan terbesar sebelum kegiatan penjarangan serta memiliki pengurangan kelimpahan terbesar setelah kegiatan penjarangan. Berdasarkan hasil penelitian Hansson (1992), keberadaan ordo Diptera mencerminkan besaran nilai tutupan tajuk dan kelas umur dari tegakan hutan.

Berdasarkan hasil penjumlahan nilai skoring, ordo *Diptera* memiliki nilai total skor tertinggi dari keseluruhan ordo yang ditemukan pada blok penjarangan, sekaligus menetapkan *Diptera* sebagai ordo yang dapat digunakan sebagai bioindikator pada blok penjarangan (Tabel 4). *Diptera* merupakan ordo serangga yang memiliki peran positif terhadap hutan tanaman dari segi ekonomi dan ekologi (Borror *et al.* 1982). Sebelum kegiatan penjarangan, ordo *Diptera* memiliki kelimpahan sebesar 211 dan menurun drastis sebesar 150 ekor setelah kegiatan penjarangan.

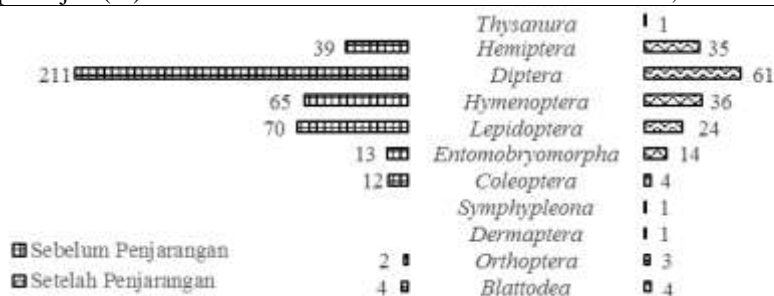
Berdasarkan hasil penghitungan skor, ordo *Diptera* memperoleh nilai tertinggi pada blok penjarangan, dapat dilihat pada Tabel 4. *Diptera* merupakan ordo yang sangat mudah untuk ditemukan di negara tropis (Mendes *et al.* 2016) maupun temperate (Radenkovic *et al.* 2017) dengan kelimpahan yang cukup tinggi dibandingkan dengan ordo yang lain (Akutsu *et al.* 2006). Beberapa jenis ordo yang diperoleh dari penelitian ini telah digunakan sebagai bioindikator pada ekosistem dan pendekatan yang berbeda; ordo *Coleoptera* untuk menggambarkan penurunan fungsi lingkungan pada ekosistem padang rumput (Luff 1969), ordo *Entomobryomorpha* dan *Symphypleona* untuk menguji keberhasilan revegetasi pada areal bekas tambang melalui pendekatan kelimpahan (Rohyani 2012), ordo *Hymenoptera* sebagai pengendali populasi hama dalam ekosistem hutan melalui pendekatan peran terhadap ekosistem (Danks 1989).

Tabel 2 Perubahan nilai indeks dan kelimpahan setelah penjarangan

No.	Indeks dan kelimpahan	Penjarangan	
		Sebelum	Setelah
1	Keanekaragaman	3,26	3,28
2	Kekayaan (R)	7,84	7,98
3	Kemerataan (E)	0,91	0,96
4	Kelimpahan	26	11,75

Tabel 3 Perubahan nilai indeks dan kelimpahan setelah penjarangan

No.	Data lingkungan	Penjarangan	
		Sebelum	Setelah
1	Suhu (°C)	23,25	25,74
2	Kelembapan (%)	86,88	75,68
3	Tutupan tajuk (%)	64,16	54,1



. Gambar 2 Perbandingan ordo serangga sebelum dan setelah kegiatan penjarangan

Tabel 4 Penjumlahan skor serangga bioindikator pada blok penjarangan

No.	Ordo	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Total
1	<i>Blattodea</i>	3	2	4	1	1	11
2	<i>Orthoptera</i>	3	2	4	1	1	11
3	<i>Dermaptera</i>	3	3	4	1	1	12
4	<i>Symphypleona</i>	3	3	3	1	1	11
5	<i>Coleoptera</i>	3	2	4	1	1	11
6	<i>Entomobryomorpha</i>	3	3	4	1	2	13
7	<i>Lepidoptera</i>	3	3	4	2	3	15
8	<i>Hymenoptera</i>	3	4	4	1	4	16
9	<i>Diptera</i>	3	4	4	4	4	19*
10	<i>Hemiptera</i>	3	1	4	1	4	13
11	<i>Thysanura</i>	3	1	4	1	1	10

Keterangan: (1) Taksonomi serta sifat biologis, (2) Peran penting dalam ekosistem, (3) Kemudahan identifikasi, (4) Status ekologi, (5) Parameter demografi, (6) Nilai skor tertinggi.

Secara keseluruhan, tidak ditemukan kesulitan dalam memperoleh informasi terkait taksonomi serta sifat biologis dari masing-masing ordo yang diamati (berada dalam kategori sedang). Berdasarkan pertimbangan tersebut, keseluruhan ordo pengamatan mendapatkan nilai skor yang sama untuk kriteria (1).

Peran dari masing-masing ordo dalam ekosistem hutan bervariasi dan saling mengisi satu sama lain. Nilai skor tertinggi untuk kriteria (4) ditentukan berdasarkan peran penting dalam ekosistem hutan yang disadur dari (Borror *et al.* 1982). Pemberian skor untuk kriteria kemudahan proses identifikasi (kriteria 3) mempertimbangkan dua hal, yakni kemudahan untuk memperoleh informasi melalui literatur serta ukuran sampel yang dapat memudahkan pada saat proses identifikasi dari jenis serangga yang menjadi objek pengamatan. Menurut Brown dan Freitas (2000) kedua aspek tersebut sangat memudahkan ahli maupun non ahli dalam melakukan proses identifikasi secara efektif dan efisien. Status tekanan ekologi (kriteria 4) dinyatakan berdasarkan kelimpahan ordo setelah kegiatan penjarangan. Pengurangan jumlah individu terbesar setelah kegiatan penjarangan akan dinyatakan dengan nilai skor tertinggi. Parameter demografi (kriteria 5) dinyatakan berdasarkan kelimpahan individu ordo sebelum kegiatan penjarangan. Ordo dengan kelimpahan individu terbesar dinyatakan dengan nilai skor tertinggi.

SIMPULAN

Penjarangan berdampak terhadap perubahan kondisi lingkungan dan komunitas serangga. Kelimpahan serangga cenderung mengalami penurunan jumlah dan peningkatan keanekaragaman setelah kegiatan penjarangan. Ordo *Diptera* merupakan ordo yang dapat digunakan sebagai bioindikator dalam menilai dampak penjarangan pada intensitas penjarangan 20 % pada hutan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Akutsu K, Khen CV, Toda MJ. 2007. Assessment of higher insect taxa as bioindicators for different logging-disturbance regimes in lowland tropical rain forest in Sabah, Malaysia. *Ecological Research*. 22(4):542-550.
- Borror DJ, Triplehorn CA, Johnson NF. 1982. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University Press.
- Brown KS Jr, Freitas AV. 2000. Atlantic forest butterflies: Indicators for landscape conservation. *Biotropica*. 32(4b): 934-956.
- Budiaman A, Komalasari P. 2012. Waste of felling and on-site production of teak squarewood of the community forest. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*. 18(3): 164-168.
- Danks HV, Footitt RG. 1989. Insects of the boreal zone of Canada. *Canadian Entomologist*. 121: 625-690.
- Ding Y, Zang R, Lu X, Huang J. 2016. The impacts of selective logging and clear-cutting on woody plant diversity after 40 years of natural recovery in a tropical montane rain forest, South China. *Science of the Total Environment*. 579:1683-1691
- Edwards C, Subler S, Chen S, Bogomolov D, Straalen N, Krivolutsky D. 1996. Essential criteria for selecting bioindicator species, processes, or systems to assess the environmental impact of chemicals on soil ecosystems. Dalam: Van Straalen N, Krivolutsky A, editor. *Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on New Approaches to the Development of Bioindicator Systems for Soil Pollution*; 1995 Apr 24-28; Moscow, Russia. Moscow (RU): Kluwer Academic Publishers. hlm 67-84
- Hansson L. 1992. Landscape ecology of boreal forests. *Trends in Ecology and Evolution*. 7(9):299-302.
- Hodkinson ID, Jackson JK. 2005. Terrestrial and aquatic invertebrates as bioindicators for environmental monitoring, with particular reference to mountain

- ecosystems. *Environmental Management*. 35(5):649-666.
- Klien AM, Dewenter IS, Buchori D, Tschardt T. 2002. Effect of land use intensity in tropical agroforestry system in coffee flower visiting and trap nesting bees and wasps. *Biologi Conservation*. 16(4): 1003-1014
- Lange M, Türke M, Pašalić E, Boch S, Hessenmöller D, Müller J, Prati D, Socher SA, Fischer M, Weisser WW, Gossner MM. 2014. Effects of forest management on ground-dwelling beetles (Coleoptera:Carabidae, Staphylinidae) in Central Europe are mainly mediated by changes in forest structure. *Forest Ecology and Management*. 329:166-176.
- Loskova J, Lupatic P, Miklisova D, Kovac L. 2013. The Effects of clear-cutting and wildfire on soil *Oribatida* (Acari) in windthrown stands of the High Tatra Mountains Slovakia. *European Journal of Soil Biology*. 55:131-138.
- Lubbock J. 1873. *Monograph of the Collembola and Thysanura*. Vol 1. London (GB): Ray Society Pr.
- Luff ML. 1996. Use carabids as environmental indicators in grassland and cereals. *Annales Zooleogici Fenicci*. 33(1):185-195.
- Magurran AE, McGill BJ. 1988. *Biological Diversity Frontiers in Measurement and Assessment*. New York (US): Oxford Univ Pr.
- Matangaran JR. 2012. Soil compaction by valmet operation at soil surface without slash. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*. 18(1): 52-59
- McGeoch MA. 1998. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Reviews*. 73(2):181-201.
- Mendes MF, Valer FB, Viera JGA, Blauth ML, Gottschalk MS. 2016. Diversity of Drosophilidae (insecta, Diptera) in the Restinga forest of southern Brazil. *Insect Diversity and Evolution*. 61(3):248-256.
- Muhdi, Elias, Murdiyarso D, Matangaran JR. 2012. Kerusakan tegakan tinggal akibat pemanenan kayu reduce impact logging dan konvensional di hutan alam tropika (studi kasus di areal IUPHHK-HA PT. Inhutani II Kalimantan Timur). *Manusia dan Lingkungan*. 19(3): 303-311.
- Negro M, Vacchiano G, Berretti R, Chamberlain DE, Palestini C, Motta R, Rolando A. 2014. Effects of forest management on ground beetle diversity in Alpine Beech (*Fagus sylvatica*) stands. *Forest Ecology and Management*. 328(Supplement C): 300-309
- Pearce JL, Venier LA. 2006. The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) as bioindicators of sustainable forest management. *Ecological Indicators*. 6(4):780-793.
- Radenkovic S, Schweiger O, Milic D, Harpke A, Vujic A. 2017. Forecasting the trends in abundance and distribution of the largest hoverfly genus (Diptera: Syrphidae) on the Balkan Peninsula under future climate change. *Biological Conservation*. 212:216-229.
- Rohyani IS. 2012. Spatial modeling of soil collembolan abundance in the mining revegetation area of PT Newmont Nusa Tenggara [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Scott DW. 2009. Struges' rule. *Wires Comp Stat*. 1(3): 303-306.doi:10.1002/wics.35.
- Thomas J. 2005. Monitoring change in the abundance and distribution of insects using butterflies and other indicator groups. *Biological Sciences*. 360(1454):339-357.